Zur Kenntnis der Einwirkung von Salzzusätzen auf das Drehungsvermögen von Zuckerlösungen.

Von

Dr. Paul Tomartschenko.

Zur Kenntnis der Einwirkung von Salzzusätzen auf das Drehungsvermögen von Zuckerlösungen.

Inaugural-Dissertation,

der

mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Universität Freiburg in der Schweiz

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von

Paul Tomartschenko

aus Slutzk.

ACAD.
LUGD BAT.
BIBL

Freiburg (Schweiz)

St. Paulus-Druckerei.

1901

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545312_0061

EINLEITUNG.

Fügt man einer optisch aktiven Lösung einen optisch indifferenten Körper hinzu, sei es ein Salz, sei es eine Base oder eine Säure, gleichgültig ob organischer oder anorganischer Natur, so beeinflusst dieser das Drehungsvermögen der Lösung, indem dieselbe jetzt in dem gleichen Sinne stärker oder schwächer, oder aber in entgegengesetztem Sinne wie die ursprüngliche Flüssigkeit dreht. Es tritt eine komplizierte Änderung der ursprünglichen spezifischen Drehung des aktiven Körpers ein, welche für jedes Mischungsverhältnis der drei Substanzen eine andere sein wird. Die bei solchen ternären Systemen auftretenden Erscheinungen sind schon wiederholt, jedoch noch lange nicht erschöpfend, untersucht worden.

Zu den aktiven Körpern, deren spezifische Drehung von der Menge, sowie der Natur des Lösungsmittels beeinflusst wird, gehört der Rohrzucker.

Zweck der vorliegenden Arbeit ist es zu untersuchen, von welchem Einfluss der Zusatz von inaktiven Körpern auf die spezifische Drehung des Rohrzuckers, des Traubenzuckers und einiger Zuckergemische ist. Die Veränderungen, welche der Drehungswinkel einer wässerigen Zuckerlösung erfährt, wenn letzterer verschiedene anorganische, neutral reagierende Salze hinzugefügt werden, bieten nämlich ein besonderes Interesse aus praktischen Rücksichten, indem diese Änderungen in der Saccharimetrie sehr häufig in Betracht zu ziehen sind.

Zunächst möge eine kurze Zusammenstellung der wichtigsten Untersuchungen folgen, welche von verschiedenen Forschern auf diesem Gebiete bereits vorliegen [1].

[1] Weiteres findet man in Lippmann, Chemie der Zuckerarten, II. Auflage, 1895, p. 672 ff.

HISTORISCHER ÜBERBLICK.

Die Versuche von Tollens[1] und von Schmitz[2] haben ergeben, dass die spezifische Rotation des Rohrzuckers in wässerigen Lösungen bei abnehmendem Zuckergehalte etwas, wenn auch nur sehr wenig, zunimmt. Tollens fand ferner, dass ein Zusatz von Methyl- oder Äthylalkohol, sowie von Aceton eine Vermehrung des Drehungsvermögens verursacht. Der genannte Forscher untersuchte verschiedene annähernd 10 % ige Zuckerlösungen und fand folgende Resultate:

In Wasser ist . . . . . $[\alpha]_D = +66{,}67^\circ$
In 1 Teil Wasser + 3 Teilen Alkohol » $= +66{,}82^\circ$
» 1 » » + 3 » Methylalkohol » $= +68{,}62^\circ$
» 1 » » + 3 » Aceton » $= +67{,}39^\circ$

In Wasser + Isopropylalkohol war keine erhebliche Veränderung der Drehung zu bemerken; dagegen erhöhten Aceton und Methylalkohol die Drehung beträchtlich.

Müntz[3] untersuchte den Einfluss von Ätzkalk

[1] Ber. d. D. chem. Ges. **10**, 1403.
[2] Ber. d. D. chem. Ges. **10**, 1414.
[3] Müntz, Rübenzuckerindustrie **26**, 737.

auf die Drehung des Zuckers. Er fand bei einer reinen Zuckerlösung von der Conzentration C = 10 mit 0,409 g = 0,25 Molekulargewicht:

Kalk	$[\alpha]_D$ = + 64,9°
Mit 0,818 g = 0,50 Molg. Kalk	= + 61,3°
» 1,637 g = 1,00 » »	= + 56,9°
» 3,274 g = 2,00 » »	= + 51,8°

Sostmann [1] fand für Alkalien und deren Carbonate folgende Resultate:

Bei der Conzentration = 20 bis 25:

1 Teil	Ätznatron	verdeckt	= 1,217	Teil	Zucker.
1 »	Ätzkali	»	= 0,918	»	»
1 »	Soda	»	= 0,254	»	»
1 »	Pottasche	»	= 1,185	»	»

Bei der Conzentration = 10:

1 Teil	Ätznatron	verdeckt	= 0,907	Teil	Zucker.
1 »	Ätzkali	»	= 0,650	»	»
1 »	Soda	»	= 0,093	»	»
1 »	Pottasche	»	= 0,143	»	»

Die Sulfate und Phosphate der Alkalien und des Magnesiums vermindern die Rotation des Zuckers ebenfalls. In Lösungen mit der Conzentration C = 5,4 und C = 17,3 verdeckt z. B. im Gramm Natriumphosphat die Drehung von 0,016 bezw. 0,036 g Zucker.

Nach Gravier [2] dagegen sollen die Nitrate des Kaliums und Natriums, selbst wenn man 50 Teile

[1] Zeitschrift für R.-Z.-I. **16**, 172.
[2] Gravier, Bl. Ass. **10**, 351.

derselben auf 100 Teile Zucker anwendet, die Polarisation der wässerigen oder auch alkoholischen Lösungen nicht ändern. Borsäure, sowie Salze der Diborsäure und Parawolframsäure sind in verdünnten Lösungen ohne Einfluss. Borax, ein Tetraborat, wirkt dagegen bei höherer Conzentration stark vermindernd. Müntz [1] setzte je 100 ccm Zuckerlösung von 5, 10 und 20 Prozent wachsende Mengen von entwässertem Borax zu und beobachtete die folgenden spezifischen Drehungen :

Gramm Borax	p = 5	p = 10	p = 20
0,5	—	65,9°	—
1,0	64,7°	65,0°	—
2,0	62,7°	63,5°	—
3,0	62,1°	62,5°	64,2°
4,0	—	61,6°	—
5,0	60,8°	61,1°	63,0°

In etwas abweichender Weise untersuchten Bodenbender und Steffens [2] die Einwirkung von Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorbarium, Magnesiumsulfat, Natriumphosphat, Kaliumcarbonat und Natriumcarbonat. Sie stellten Lösungen her, die in 100 g folgende Mengen von Zucker, Salz und Wasser enthielten :

Zucker	Salz	Wasser
5,0 g	1 g	94,0 g
10,0 g	2 g	88,0 g
20,0 g	4 g	76,0 g

[1] Müntz, Zeitschrift für Rüben-Zuckerindustrie, **26**, 735.
[2] Zeitschrift für Rübenzuckerindustrie, **31**, 808.

Aus dem Vergleich der durch die Polarisation dieser Lösungen und der salzfreien Zuckerlösungen von demselben Prozentgehalt erhaltenen Resultate ergab sich dann der Einfluss der Salze. Beispielsweise wurde der Prozentgehalt einer 20 % igen Zuckerlösung bei Gegenwart von 4 % verschiedener Salze um folgende Beträge zu klein gefunden :

Bei : $KCl = 0{,}131$; $NaCl = 0{,}414$;
$BaCl_2 = 0{,}598$; $MgSO_4 = 0{,}120$; $Na_2HPO_4 = 0{,}311$;
$Na_2CO_3 = 0{,}827$; $K_2CO_3 = 0{,}700$.

Diese Versuche, sowie die von Sostmann und Müntz zeigen übereinstimmend, dass das Drehungsvermögen des Rohrzuckers bei Gegenwart anorganischer Salze eine merkliche Veränderung erleidet, und zwar besteht dieselbe für alle untersuchten Salze in einer Verminderung der Rotation. Der Grad der Verminderung scheint sowohl von der Menge des zugesetzten Salzes, als auch von der Conzentration der Zuckerlösung abhängig zu sein.

Ein Vergleich der von den verschiedenen Beobachtern angeführten Resultate ist nicht durchführbar, da zum Teil die spezifischen Drehungen, zum Teil nur die Differenzen, um welche die bei Gegenwart von Salzen gefundenen Werte für Conzentration und Prozentgehalt von dem wahren Werte abweichen, angegeben sind.

Für den rein praktischen Zweck — die Ermittlung der Fehler, welche die Anwesenheit von anorganischen Salzen bei der Bestimmung des Zuckers auf optischem Wege verursachen kann — können

diese Versuche als ausreichend angesehen werden; dieselben genügen jedoch in keiner Weise zu weiteren Schlüssen, namentlich nicht zum Vergleich der Einwirkung verschiedener Salze untereinander, sowie verschiedener Mengen desselben Salzes.

Eine Gesetzmässigkeit in diesem Gebiete aufzufinden, unternahm Farnsteiner [1] in umfangreicher Weise. Er untersuchte das Verhalten der Chloride der Alkali- und Erdalkalimetalle in dieser Richtung. Es wurden von ihm folgende drei Untersuchungsmethoden angewandt:

1. Zur Untersuchung des Einflusses steigender Mengen eines Salzes wurden Zucker und Wasser in einem konstanten Gewichtsverhältnis gehalten und die Menge des Salzes vermehrt.

2. Das Gewichtsverhältnis von Zucker zu Salz wurde konstant gehalten und die Menge des Wassers vermehrt. Man erhielt so eine deutliche Vorstellung von der Veränderung der Einwirkung eines Salzes durch wechselnde Mengen des Lösungsmittels.

3. Die dritte Möglichkeit für die Variation der Versuchsbedingungen war das Constanthalten der Gewichtsteile von Salz und Wasser und das Vermehren des Zuckers.

Der Inhalt der Farnsteiner'schen Arbeit ist im wesentlichen der folgende:

Ergiebt ein Teil Zucker nebst 10 Teilen Wasser und 1 Teil Salz die Drehung α_1 und 1 Teil Zucker nebst 10 Teilen Wasser ohne Salzzusatz die Drehung

[1] Ber. d. D. chem. Ges. **23**, 3570.

α_2, so ist $\alpha_2 - \alpha_1 = D_S$ die Depression durch s Teile Salz und $M_S \cdot D_S$ die molekulare Depression, wenn M_S das Molekulargewicht des Salzes bedeutet. Für Lösungen, die Zucker und Wasser im konstanten Verhältnis (1 : 8,643), daneben aber steigende Mengen von Salzen enthalten, findet Farnsteiner bei 17,5° C.

Teile Zucker	Teile Salz	α_D $BaCl_2$	α_D $SrCl_2$	α_D $CaCl_2$
1	1	66,27°	65,72°	65,32°
1	2	66,10°	64,90°	64,20°
1	3	—	64,20°	63,40°
1	4	—	63,70°	—

Teile Zucker	Teile Salz	D_S $BaCl_2$	D_S $SrCl_2$	D_S $CaCl_2$
1	1	0,47	1,02	1,42
1	2	0,64	1,84	2,54
1	3	—	2,54	3,34
1	4	—	3,04	—

Teile Zucker	Teile Salz	$M_S \cdot D_S$ $BaCl_2$	$M_S \cdot D_S$ $SrCl_2$	$M_S \cdot D_S$ $CaCl_2$
1	1	98	161	158
1	2	133	291	228
1	3	—	401	371
1	4	—	480	—

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, dass die Wirkung der Salze annähernd proportional der Conzentration ist, und dass die Depressionen für gleiche Salzmengen umso grösser sind, je geringer das Molekulargewicht des Salzes ist, so dass man sehr annähernd $M_S \cdot D_S$ = Constans und die Depres-

sion umgekehrt proportional dem Molekulargewicht setzen kann.

Indessen ist die Verminderung der Drehung des Zuckers durch steigenden Salzzusatz keineswegs eine den Chloriden der Erdalkalimetalle unter allen Umständen zukommende Eigenschaft. Denn Farnsteiner hat beobachtet, dass steigender Zusatz von Chlorcalcium zu einer gegebenen Zuckerlösung von einem gewissen Punkte an wieder beträchtliche Erhöhung der Rotation bewirkt, während die spezifischen Gewichte stetig zunehmen. Für eine Lösung von 1 Teil Zucker in 8,643 Teil Wasser zeigten sich folgende spezifische Drehungen bei Zusatz von :

				$[\alpha]_D$
»	»	0,955 Teil	Chlorcalcium	65,41°
»	»	1,719 »	»	64,50°
»	»	2,753 »	»	63,50°
»	»	2,998 »	»	63,41°
»	»	3,646 »	»	63,23°
»	»	4,195 »	»	63,45°
»	»	5,356 »	»	65,66°
»	»	5,676 »	»	66,35°
»	»	5,987 »	»	67,88°

Diese Zusammenstellung zeigt, dass das Minimum der Drehung bei der Lösung mit 3,646 Teil Chlorcalcium auftritt. In der Lösung mit 5,987 Teil Chlorcalcium besitzt dagegen der Zucker sogar ein höheres Drehungsvermögen (67,88°) als ohne Salzzusatz (66,74°).

Die vorliegende, auf Anregung des Herrn Prof. Dr. v. Kowalski im physikalischen Laboratorium der

Universität zu Freiburg i. d. Schweiz ausgeführte Arbeit hat den Zweck, erstens eine möglichst vollständige Untersuchung des Einflusses der Chloride, Bromide und Jodide der Alkalien auf das optische Drehungsvermögen des Rohr- und des Traubenzuckers durchzuführen und zweitens die Einwirkung jener Salze auf Lösungen von Invertzucker, sowie auf Gemische von Rohr- und Traubenzucker einer genauen Prüfung zu unterziehen.

EXPERIMENTELLER TEIL.

Bei der Ausführung der vorliegenden Arbeit wurden folgende Methoden zur Untersuchung des Einflusses anorganischer Salze auf die spezifische Drehung des Zuckers angewandt.

Vorversuch.

Der bei den Versuchen verwendete Rohrzucker war eine als sehr rein bezeichnete Handelswaare, die aus losen, 3-4 mm langen Kryställchen von schwach gelblicher Farbe bestand. Die hierzu, wie die zu den folgenden Versuchen benutzten chemisch reinen Präparate stammten aus der Fabrik von C. A. F. Kahlbaum in Berlin.

Es wurde der Zucker auf seinen Aschengehalt untersucht, indem man ihn in einem Platintigel veraschte und den Rückstand bestimmte. Die Analyse ergab folgende Resultate :

Zucker	Rückstand
10,256 g	0,6 mg = 0,006 %
20,340 g	0,180 mg = 0,0059 %

Die Asche löste sich nicht merklich in Salzsäure,

da sie wesentlich aus Kieselsäure bestand. Dieser Zucker war somit für die physikalischen Beobachtungen als genügend aschenfrei zu betrachten. Er enthielt nur wenig Feuchtigkeit, da er im Vakuumexsiccator über konzentrierter Schwefelsäure nur geringe Mengen Wasser verlor. So zeigten 10 g Substanz nach dem Trocknen im Exsiccator eine Abnahme von 0,210 g = 0,021 %. Gegen Fehling'sche Lösung verhielt sich der verwendete Zucker normal. Die wässerigen Zuckerlösungen zeichneten sich durch vollständige Farblosigkeit aus, selbst die konzentriertesten Lösungen waren vollkommen farblos. Der Zucker wurde vor der Verwendung stets gepulvert, bei 100-105° getrocknet und im Exsiccator aufbewahrt. Seine wässerige Lösung zeigte die richtige Drehung. So wurde das Drehungsvermögen desselben in Lösungen mit verschiedenem Prozentgehalt mit folgenden Resultaten bestimmt:

Prozent	spez. Gew. bei 17,5°	$[\alpha]_D$
17,50	1,0708	66,60°
10,349	1,0404	66,65°
5,882	1,0221	66,67°

Diese Resultate stimmen mit den nach der Formel von Tollens berechneten: für $p = 4 - 18$, $[\alpha]_D = 66{,}810° - 0{,}015553\,p - 0{,}000052462\,p^2$ überein. Die Differenzen sind minimal, erst in der dritten Dezimale bemerkbar. Diese Versuche gestatteten also, die angewandte Saccharose als chemisch rein anzusehen.

Das Wasser, welches bei diesen Versuchen als Lösungsmittel diente, war vorher stets gut ausgekocht worden, um es von der absorbierten Luft zu befreien.

Die verwendeten Salze wurden ebenfalls zuerst auf ihre chemische Reinheit geprüft. Sie wurden, soweit angängig, entweder durch Trocknen oder durch Schmelzen vom Wasser befreit, in einem geschlossenen Gläschen abgewogen, im festen Zustande der Zuckerlösung zugesetzt und darin gelöst. Hygroskopische Salze wurden der Zuckerlösung in Form von Lösungen zugesetzt, deren Salzgehalt titrimetrisch ermittelt worden war.

Es sei hier bemerkt, dass alle Bestandteile der Lösungen, wie Zucker, Salz und Wasser abgewogen wurden. Das Nähere soll bei jeder einzelnen Versuchsreihe erörtert werden.

Die Bestimmung der spezifischen Gewichte wurde bei einer bestimmten Temperatur nach den Vorschriften von Ostwald ausgeführt. Die Dichten sind auf Wasser von 4° bezogen, ihre Berechnung ist mit Berücksichtigung aller Korrektionen durchgeführt. Zur Bestimmung der spezifischen Gewichte diente ein Sprengel'sches Pyknometer, dessen Inhalt durch wiederholtes Auswägen mit Wasser von Zimmertemperatur ermittelt war. Bei wiederholtem Einstellen und Wägen ergaben sich Differenzen bis zu 0,2-0,4 mg ; die dadurch entstehenden Differenzen fallen, da das Pyknometer ungefähr 10 g Wasser fasste, erst in die fünfte Dezimale.

Bei den folgenden Versuchen wurde das Drehungsvermögen der Lösungen mit Hilfe eines Lippich'-

schen Halbschattenapparates bestimmt, der von der Firma Schmidt und Haensch in Berlin in bekannter vorzüglicher Ausstattung geliefert worden war. Er gestattete die Benutzung eines 4 dm langen Rohres. Eine Vorrichtung mit Mikrometerschraube gestattete eine sehr scharfe Einstellung und mittels einer Trommelvorrichtung eine Ablesung bis zu $^1/_{100}$ Grad des in 360 Grade geteilten Kreises.

Als Lichtquelle diente eine Gasnatriumlampe mit Convexlinse. Um eine Natriumflamme von langer Dauer zu erzeugen, wurde ein zusammengeschmolzenes äquimolekulares Gemisch von Kochsalz und Trinatriumphosphat [1] angewandt. Durch Verschieben des mit einer Öffnung versehenen, als Kamin dienenden Blechcylinders konnte man es leicht so einrichten, dass nur der hellste Teil des Lichtes austrat.

Zwischen Lampe und Polarimeter wurde, um das Licht homogener zu machen, ein Absorptionskasten eingeschaltet, in welchem sich eine 6 %ige Lösung von Kaliumbichromat, die nach der Vorschrift von Landolt hergestellt worden war, befand. Die Skala wurde während der Ablesungen durch eine elektrische Lampe beleuchtet.

Zur Aufnahme der Flüssigkeiten dienten die Wasserbadröhrchen nach Landolt. Die eigentliche Beobachtungsröhre besteht aus Glas und besitzt in ihrer Mitte einen direkt angeschmolzenen Thermometertubus, der gleichzeitig zum Füllen der Röhre

[1] Dupont, Bull [3], **17**, 584.

benutzt wird. Der Messingmantel für die Wasserumspülung ist mit zwei Ansatzröhren versehen, welche für den Zu- und Abfluss des Wassers dienen. Die Temperatur, bei der die Drehungen bestimmt wurden, schwankte zwischen 17,5° und 18° C. Das Thermometer war in $^1/_5$ Grade eingeteilt.

Vor und nach den Ablesungen wurde jedesmal der Nullpunkt wieder bestimmt und der gefundene Winkel auf das Mittel aus beiden Bestimmungen bezogen. Als Beispiel der bei der Bestimmung des Drehungswinkels mit dem Apparate erlangten Genauigkeit sei hier eine Beobachtungsreihe angeführt :

Rohrzuckerlösung.

Concent. = 8,55; Rohrlänge = 4 dm.

Nullpunkt vor d. Pol.	Drehungswinkel	Nullpunkt nach d. Pol. :
353,76°	16,53°	353,75°
353,78°	16,57°	353,78°
353,75°	16,54°	353,78°
353,79°	16,54°	353,76°
353,80°	16,56°	353,79°
Mittel = 353,78°	Mittel = 16,55°	Mittel = 353,77°

Die spezifische Drehung der untersuchten Lösung ergab sich also zu $[\alpha]_D = 66{,}63°$.

Ein jeder der im folgenden mitgeteilten Werte ist das Ergebnis von mindestens 6-8 Beobachtungen, darf also als genau bestimmt gelten.

Die spezifische Drehung $[\alpha]_D$ ist berechnet nach der Formel :

$$[\alpha]_D = \frac{\alpha \cdot 100}{l \cdot C},$$

wobei c die Conzentration, d. h. die Anzahl der Gramme aktiver Substanz in 100 ccm der Lösung, α der für gelbes Natriumlicht beobachtete Drehungswinkel, l die Länge der angewandten Flüssigkeitssäule in dm bedeutet.

Alle in der Arbeit angeführten spezifischen Drehungen beziehen sich also auf die Natriumlinie D.

Die nachstehend beschriebenen Versuche über den Einfluss anorganischer Salze auf das spezifische Drehungsvermögen des Rohrzuckers lassen sich in drei Abteilungen behandeln :

1. Untersuchung über die Veränderung der Drehung des Rohrzuckers bei Gegenwart von inaktiven Halogensalzen.

2. Untersuchung über die Einwirkung der letzteren auf invertirten Rohrzucker.

3. Untersuchung über die Einwirkung der Salze auf Lösungen von d-Glykose (Traubenzucker), wie auch auf ein Gemisch von Traubenzucker mit Rohrzucker.

Für die Untersuchungen wurden folgende Salze verwendet :

Lithiumchlorid, Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Ammoniumchlorid, Lithiumbromid, Natriumbromid, Kaliumbromid, Ammoniumjodid, Natriumjodid, Kaliumjodid.

Bei der Feststellung des Einflusses verschiedener Salze wurde zunächst die Conzentration des Zuckers in dem Gemisch Wasser + Zucker + Salz konstant gehalten, indem in der untersuchten in 100 ccm immer 10 g Zucker enthalten waren. Die Quantität des Salzes pro 100 ccm ersieht man aus den Tabellen.

Es schien unnötig zu sein, darüber Versuche anzustellen, in welcher Weise das Drehungsvermögen von Zuckerlösungen beeinflusst wird, in denen das Verhältnis von Salz und Wasser konstant gehalten wird, weil darüber schon von Müntz und Farnsteiner[1] Arbeiten vorliegen. Aus denselben kann nämlich das auffallende Resultat gezogen werden, dass die spezifische Drehung des Zuckers von der Menge des in der Lösung vorhandenen Rohrzuckers unabhängig ist. Ist z. B. in einer Chlorstrontiumlösung das Verhältnis von Chlorstrontium zu Wasser = 1 : 2,5, so kann man 1 Gewichtsteil Zucker in 3,81 Gewichtsteilen oder auch in 22,4 Gewichtsteilen der Salzlösung auflösen, ohne dass das aus den Drehungswinkeln bei der Lösungen berechnete spezifische Drehungsvermögen wesentlich verschieden ist. Dasselbe schwankt z. B. zwischen 63,82° und 63,75°. Dieselbe geringe Beeinflussung des spezifischen Drehungsvermögens wurde in gleicher Weise bei allen daraufhin untersuchten Salzen konstatiert.

[1] A. a. O.

Einwirkung von Chlorlithium, Chlornatrium und Chlorkalium auf das Drehungsvermögen des Rohrzuckers.

Zunächst wurde die Einwirkung von Alkalichloriden untersucht. Zu diesem Zwecke wurden die Lösungen in der folgenden Weise hergestellt :

Von der bei 105-110° getrockneten, fein gepulverten Saccharose wurden genau 10 g abgewogen, in einen gewogenen, kalibrierten und mit eingeschliffenem Stöpsel versehenen Kolben von 100 ccm Inhalt hineingebracht und in einer Salzlösung deren Salzgehalt entweder durch Titration oder auf andere Weise festgestellt worden war, aufgelöst. Darauf wurde das spezifische Gewicht der Salzlösung ermittelt. Nun wurde das Gewicht des Kolbens samt Inhalt bestimmt und dann dasjenige des leeren Kolbens abgezogen. Aus dem erhaltenen Resultate wurde das Gewicht des vorhandenen Wassers und Salzes einzeln berechnet. Die folgende Tabelle enthält eine Zusammenstellung der Resultate. Als Ausdruck der Zusammensetzung der Lösungen sind die Gewichtsmengen der einzelnen Bestandteile in 100 ccm der Lösung angeführt, daneben aber auch das Verhältnis der Gewichtsmengen, bezogen auf die Menge des Rohrzuckers als Einheit, angegeben.

Salzzusatz	100 ccm der Lösung enthalten :			Gewichtstl. Salz auf 1 Gewichtstl. Zucker	Gewichtstl. Wasser auf 1 Gewichtstl. Zucker	$d_1^{17,5}$	$(\alpha)_D$
	Gewichtstl. Zucker	Gewichtstl. Salz	Gewichtstl. Wasser				
Lithiumchlorid . . .	10,00 g	18,8988 g	84,3902 g	1,8898	8,4309	1,1295	61,65°
Natriumchlorid . . .	»	18,6706 g	87,2644 g	1,8670	8,7624	1,1469	62,51°
Kaliumchlorid . . .	»	18,7333 g	85,9170 g	1,8733	8,5941	1,1580	63,62°
Ammoniumchlorid . .	»	20,000 g	83,1680 g	2,000	8,3168	1,0984	63,45°

Einfluss der Bromide und Jodide der Alkalien auf das Drehungsvermögen des Rohrzuckers in einer Lösung in der das Verhältnis der Gewichtsteile von Zucker zu Salz 1 : 2 beträgt :

Salzzusatz	100 ccm der Lösung enthalten :			Gewichtstl. Wasser auf 1 Gewichtstl. Zucker	$d_4^{17,5}$	α_D
	Gewichtstl. Zucker	Gewichtstl. Salz	Gewichtstl. Wasser			
Lithiumbromid . . .	10,00 g	20,00 g	83,9080 g	8,3908	1,1458	62,21°
Natriumbromid . . .	»	»	87,190 g	8,7190	1,1709	63,06°
Kaliumbromid . . .	»	»	88,405 g	8,8495	1,1824	63,72°
Ammoniumjodid . .	»	»	86,120 g	8,6120	1,1610	62,68°
Natriumjodid	»	»	88,810 g	8,8810	1,1860	63,45°
Kaliumjodid	»	»	88,150 g	8,8150	1,1821	64,04°

Aus diesen Zahlen, welche das Ergebnis aus mehreren Beobachtungen bilden, ist leicht ersichtlich, dass der Zusatz der Salze vermindernd auf das Drehungsvermögen des Zuckers wirkt, und dass das Bromid oder Jodid mit dem niedrigsten Molekulargewicht am stärksten vermindert, dagegen das mit dem höchsten am wenigsten.

Es erschien nun wichtig zu untersuchen, in welcher Weise das spezifische Drehungsvermögen des Rohrzuckers durch verschiedene, aber mit einander vergleichbare Mengen der genannten Salze beeinflusst werden würde.

Zu diesem Zwecke wurden $^1/_2$-, $^1/_1$- und $^1/_{10}$ normale Lösungen der verschiedenen Salze hergestellt, indem $^1/_2$, $^1/_4$ oder $^1/_{10}$ Mol[1] des betreffenden Salzes in Wasser zu je 1 Liter gelöst wurden. Nun wurden je 8,55 g Rohrzucker (= $^1/_{40}$ Mol) in verschiedene 100 ccm Kölbchen eingewogen und in diesen normalen Salzlösungen zu je 100 ccm gelöst. Die Betrachtungen ergaben die in den folgenden Tabellen niedergelegten Resultate :

[1] Unter « Mol » versteht man diejenige Anzahl von Grammen eines Stoffes, welche gleich seinem Molekulargewicht ist. Vergl. Ostwald's Grundriss der allgemeinen Chemie, III. Auflage, p. 70.

Ergebnisse bei Anwendung einer $^1/_2$ Normal-Salzlösung.

Salzzusatz	100 ccm der Lösung enthalten:			Gewichtstl. Salz auf 1 Gewichtstl. Zucker	Gewichtstl. Wasser auf 1 Gewichtstl. Zucker	$d_4^{17,5}$	$[\alpha]^{18°}_D$
	Gewichtstl. Zucker	Gewichtstl. Salz	Gewichtstl. Wasser				
Lithiumchlorid . . .	8,55 g	2,0002 g	93,5902 g	0,2351	10,9462	1,0377	65,16°
Natriumchlorid . . .	»	2,7670 g	93,858 g	0,3236	10,9775	1,0480	65,20°
Kaliumchlorid . . .	»	3,5268 g	93,3705 g	0,4124	10,9253	1,0512	65,28°
Lithiumbromid . . .	»	4,0994 g	92,7446 g	0,4794	10,8475	1,0546	65,37°
Natriumbromid . . .	»	4,8489 g	93,1891 g	0,5671	10,9439	1,0648	65,46°
Kaliumbromid . . .	»	5,6192 g	93,0080 g	0,6525	10,8776	1,0695	65,58°
Ammoniumjodid . .	»	7,1400 g	91,830 g	0,8350	10,7390	1,0760	65,50°
Natriumjodid	»	7,195 g	92,805 g	0,8415	10,8544	1,0862	65,61°

Ergebnisse bei Anwendung einer $^1/_4$ Normal-Salzlösung.

Salzzusatz	100 ccm der Lösung enthalten:			Gewichtstl. Salz auf 1 Gewichtstl. Zucker	Gewichtstl. Wasser auf 1 Gewichtstl. Zucker	$d_4^{17,5}$	$[\alpha]_D$
	Gewichtstl. Zucker	Gewichtstl. Salz	Gewichtstl. Wasser				
Lithiumchlorid . . .	8,55	1,0005	94,1789	0,1176	11,0150	1,0327	65,38°
Natriumchlorid . . .	»	1,3835	94,2641	0,1618	11,0245	1,0374	65,35°
Kaliumchlorid . . .	»	1,7600	94,0120	0,2058	11,0439	1,0403	65,44°
Lithiumbromid . . .	»	2,1049	92,6385	0,2513	10,8233	1,0408	65,70°
Natriumbromid . . .	»	2,4290	92,1060	0,2840	10,7739	1,0473	65,74°
Kaliumbromid . . .	»	2,8066	93,6364	0,3294	10,9525	1,0498	65,85°
Ammoniumjodid . .	»	3,440	93,6900	0,4020	10,9850	1,0580	65,76°
Natriumjodid	»	3,567	94,2230	0,4172	11,0204	1,0611	65,80°
Kaliumjodid	»	3,926	93,6340	0,4591	10,9510	1,0623	65,88°

Ergebnisse bei Anwendung einer $^1/_{16}$ Normal-Salzlösung.

Salzzusatz	100 ccm der Lösung enthalten:			Gewichtstl. Salz auf 1 Gewichtstl. Zucker	Gewichtstl. Wasser auf 1 Gewichtstl. Zucker	$d_4^{17,5}$	α_D
	Gewichtstl. Zucker	Gewichtstl. Salz	Gewichtstl. Wasser				
Lithiumchlorid . . .	8.55	0,4012	94,2648	0,0469	11,0251	1,0307	65,86°
Natriumchlorid . . .	»	0.5534	94,4986	0,0647	11,0524	1,0326	65.94°
Kaliumchlorid . . .	»	0,7040	94,3184	0,0823	11,0314	1,0330	66,02°
Lithiumbromid . . .	»	0,8207	94,3073	0,0959	11,0293	1,0338	66,10°
Natriumbromid . . .	»	0,9688	94,2182	0,1133	11,0340	1,0363	66,12°
Kaliumbromid . . .	»	1,1214	94,2976	0,1312	11,0296	1,0385	66,10°
Ammoniumjodid . .	»	1.1370	93,1600	0,1600	10,8960	1,041	66,18°
Natriumjodid	»	1,426	94,8630	0,1660	11,0959	1,044	66,24°
Kaliumjodid	»	1.5704	93,3396	0,1839	10,9158	1,0461	66,27°

Der Einfluss der zugesetzten Salze auf die spezifische Drehung der Zuckerlösung mag aus der folgenden, die Beobachtungsresultate enthaltenden Tabelle entnommen werden.

Depression des spezifischen Drehungsvermögens bei nahezu konstantem Zucker- und Salzgehalt.

Salzzusatz	Gewichtstl. Salz auf 1 Gewichtstl. Zucker	$[\alpha]_D$ der Salzlösung	**Depression** für die gegebene Salzmenge	Depression für 1 Gewichtstl. Salz
Lithiumchlorid . .	1,8898	61,65°	5,00	2,64
Natriumchlorid . .	1,8670	62,51°	4,14	2,22
Kaliumchlorid . .	1,8733	63,62°	3,03	1,62
Ammoniumchlorid .	2,000	63,45°	3,20	1,60
Lithiumchlorid . .	»	62,21°	4,44	2,22
Natriumbromid . .	»	63,06°	3,58	1,79
Kaliumbromid . .	»	63,72°	2,92	1,46
Ammoniumjodid .	»	62,68°	3,97	1,98
Natriumjodid . . .	»	63,45°	3,20	1,60
Kaliumjodid . . .	»	64,04°	2,61	1,30

Depression des spezifischen Drehungsvermögens des Rohrzuckers bei konstantem Zuckergehalt und wechselnden Salz-Conzentrationen der Lösungen.

Salzzusatz $^1/_2$ Norm.	Gewichtstl. Salz auf 1 Gewichtstl. Wasser	$[\alpha]_D$ der Salzlösung	**Depression** für die gegeb. Salzmenge
Lithiumchlorid. . .	0,2351	65,16°	1,49
Natriumchlorid . .	0,3236	65,20°	1,45
Kaliumchlorid . . .	0,4124	65,28°	1,37
Lithiumbromid . .	0,4794	65,37°	1,28
Natriumbromid . .	0,5671	65,46°	1,19
Kaliumbromid . . .	0,6525	65,58°	1,07
Ammoniumbromid .	0,8350	65,50°	1,15
Natriumjodid . . .	0,8415	65,61°	1,04
Kaliumjodid . . .	0,9145	65,56°	1,09

Salzzusatz $^1/_4$ Norm.	Gewichtstl. Salz auf 1 Gewichtstl. Zucker	$[\alpha]_D$ der Salzlösung	**Depression** für die gegeb. Salzmenge
Lithiumchlorid. . .	0,1176	65,38°	1,27
Natriumchlorid . .	0,1618	65,35°	1,30
Kaliumchlorid . . .	0,2058	65,44°	1,21
Lithiumbromid . .	0,2513	65,70°	0,95
Natriumbromid . .	0,2840	65,74°	0,91
Kaliumbromid . . .	0,3294	65,85°	0,80
Ammoniumjodid . .	0,4020	65,76°	0,89
Natriumjodid . . .	0,4172	65,80°	0,85
Kaliumjodid . . .	0,459	65,88°	0,77

Salzzusatz $^1/_{10}$ Norm.	Gewichtstl. Salz auf 1 Gewichtstl. Zucker	$[\alpha]_D$ der Salzlösung	**Depression** für die gegeb. Salzmenge
Lithiumchlorid . .	0,0469	65,86°	0,79
Natriumchlorid . .	0,0647	65,94°	0,71
Kaliumchlorid . . .	0,0823	66,02°	0,63
Lithiumbromid . .	0,0959	66,10°	0,55
Natriumbromid . .	0,1133	66,12°	0,53
Kaliumbromid . . .	0,1312	66,10°	0,55
Ammoniumjodid . .	0,1600	66,18°	0,47
Natriumjodid . . .	0,1660	66,24°	0,41
Kaliumjodid . . .	0,1839	66,27°	0,38

Fasst man dieses zahlenmässig gewonnene Resultat zusammen, so lassen sich daraus folgende Gesetzmässigkeiten ableiten :

1. Bei den untersuchten Salzen nimmt der Betrag der Depression ab oder zu, je nach dem die Concentration des in der Lösung vorhandenen Salzes ab- oder zunimmt.

2. Wenn gewisse Gesetzmässigkeiten in der Reihenfolge der Depressionen auch nicht zu verkennen sind, so ist doch keine Proportionalität zwischen den letzteren und dem Molekulargewicht, wie dies Farnsteiner vermutet hat, zu konstatieren. Es könnte auch schwerlich eine solche bei Salzen, also Elektrolyten, vorhanden sein. Wir müssen uns

nämlich die Einwirkung der in Lösung befindlichen Salze als aus zwei Momenten zusammengesetzt denken : Aus der Einwirkung des nicht dissoziirten Teiles und aus derjenigen des dissoziirten Teiles. Wenn also auch in Bezug auf den einen oder den andern Teil der Einwirkung ein Proportionalitätsgesetz sich auffinden liesse, so müssten dennoch Abweichungen stattfinden, welche vom Dissoziationsgrade der verschiedenen Salzlösungen abhängig wären. Von diesem Gesichtspunkte aus ist es von Interesse, zu wissen, ob eine Gesetzmässigkeit zwischen den Differenzen der Depressionen und den Dissoziationsgrade der untersuchten Salze besteht.

Aus den Untersuchungen von Arrhenius[1] ist der Dissoziationsgrad der von uns untersuchten Salze bei einer Conzentration von $^1/_2$ Gramm-Molekül in 1 Liter Lösung bekannt. In der folgenden Tabelle sind die Dissoziationsgrade der Salze : Lithiumchlorid, Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Kaliumbromid und Kaliumjodid und die durch diese Salze bewirkten Depressionen der Zuckerrotation zusammengestellt:

Salze	Depression	Dissoziationsgrad
LiCl	1,49	0,75
NaCl	1,45	0,82
KCl	1,37	0,86
KJ.	1,09	0,92
KBr	1,07	0.92

[1] Zeitschrift f. physikal. Chemie, Bd. 1, p. 636.

Wir sehen aus dieser Tabelle, dass, indem der Dissoziationsgrad der verschiedenen Salze wächst, die von ihnen hervorgebrachten Depressionen sinken.

Wenn wir diese Ergebnisse denjenigen gegenüberstellen, welche Farnsteiner über den Einfluss der Verdünnung einer Salzlösung auf das Rotationsvermögen erhalten hat [1], so ergiebt sich die interessante Thatsache :

Die Einwirkung auf das Rotationsvermögen ist bei einem und demselben Salze umso grösser, je kleiner sein Dissoziationsgrad ist. Die Einwirkung bei verschiedenen Salzen ist umso grösser, je kleiner die Dissoziierbarkeit des betreffenden Salzes ist.

Untersuchung über den Einfluss der Chloride auf die Rotation des Jnvertzuckers.

Es ist eine bekannte Erscheinung, dass der Invertzucker bei Gegenwart von optisch inaktiven Körpern eine Veränderung erfährt, welche sich wie beim Rohrzucker, als eine Zu- oder Abnahme der spezifischen Rotation darstellt. Darauf bezügliche Versuche wurden von zahlreichen Forschern, namentlich aber auf dem Gebiete der Zuckerfabrikation angestellt. So weiss man, dass die Rotation des Invertzuckers in hohem Grade von der Natur des Lösungsmittels abhängig ist. Setzt man z. B. zu einer wässerigen Invertzuckerlösung Alkohol zu, so wird die Linksdrehung stark vermindert und kann sogar,

[1] Farnsteiner, l. c. S. 3570.

z. B. beim Erwärmen in Rechtsdrehung übergehen. Was den Einfluss von Basen auf die Rotation anbetrifft, so beobachtete Jodin [1], dass Kalk stark vermindernd auf dieselbe einwirkt. Die Salze dagegen sollen nach Spohr [2] und andern Forschern im allgemeinen in schwach saurer Lösung eine Erhöhung der Linksdrehung bewirken. Die Zunahme der Linksdrehung durch die Anwesenheit von neutralen Salzen kann unter Umständen sehr bedeutend sein, nämlich etwa zweimal grösser als die durch die äquivalente Menge freier Salzsäure bewirkte. Bei einem Gehalt von 20 % Salz kann die Linksdrehung sogar bis auf das Doppelte des ursprünglichen Betrages steigen.

Es schien deshalb zweckmässig zu sein, Versuche darüber anzustellen, in welcher Weise die spezifische Rotation des invertirten Zuckers bei Gegenwart von Chloridsalzen beeinflusst wird, und ob die oben beobachtete Gesetzmässigkeit in Bezug auf das umgekehrte Verhältnis der Molekulargewichte auch in diesem Falle sich bestätigen werde.

Die Untersuchungen wurden in derselben Weise angestellt, wie die Versuche mit Rohrzucker. Der Gehalt der Lösung an Invertzucker wurde stets konstant gehalten und zu der invertirten Zuckerlösung verschiedene Salzmengen zugesetzt. Um die Einwirkung der Salzsäure auf die Salze zu vermeiden, wurde die Inversion zuerst ohne Salzzusatz vorgenommen.

[1] Jodin, C. r. **58**, 613.
[2] Zeitschrift für Rübenzuckerindustrie, **36**, 279.

Die Ausführung der Inversion geschah im allgemeinen nach der Vorschrift von Herzfeld[1], nur wurden statt 13,024 g Rohrzucker 8,55 g pro 100 ccm Lösung genommen. Die spezifische Drehung der invertirten salzfreien Zuckerlösung ergab sich dann zu

$$[\alpha]_D^{18} = -21{,}08^\circ.$$

Die Gemische Invertzucker + Wasser + Salzsäure + Salz wurden so dargestellt, dass in der Lösung pro 100 ccm immer 8,55 g Rohrzucker, was einem Gehalt von 9 g Invertzucker entspricht, enthalten waren. Den Gehalt an Salz ersieht man aus der Tabelle.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in der folgenden Zusammenstellung wiedergegeben:

Einwirkung der Chloride auf das Drehungsvermögen des Invertzuckers bei konstantem Zuckergehalt und wechselnden Mengen der Salze:

Salzzusatz von $\frac{1}{10}$ Norm. Gew.	Gewtl. Invertzuck.	Spez. Gew.	$[\alpha]_D$	Differenz
Lithiumchlorid . .	9	1,0352	— 22,62°	1,54
Natriumchlorid . .	»	1,0359	— 22,28°	1,20
Kaliumchlorid. . .	»	1,0366	— 22,06°	0,98

[1] Herzfeld, Zeitschrift für Rübenzuckerindustrie, **38**, 699.

Salzzusatz von $\frac{1}{4}$ Norm. Gew.	Gewtl. Invertzuck.	Spez. Gew.	$[\alpha]_D$	Differenz
Lithiumchlorid . .	9	1,0379	— 23,15°	2,07
Natriumchlorid . .	»	1,0417	— 22,82°	1,74
Kaliumchlorid. . .	»	1,0430	— 22,56°	1,48

Salzzusatz von $\frac{1}{2}$ Norm. Gew.	Gewtl. Invertzuck.	Spez. Gew.	$[\alpha]_D$	Differenz
Lithiumchlorid . .	9	1,0438	— 23,90°	2,82
Natriumchlorid . .	»	1,0499	— 23,64°	2,56
Kaliumchlorid. . .	»	1,0531	— 23,22°	2,14

Aus diesen Tabellen ist ersichtlich :

1. Dass die Einwirkung der Chloridsalze auf den Invertzucker sich anders bemerkbar macht, als auf den Rohrzucker. Bei dem letzteren brachten die Salze eine Verminderung der Rechtsdrehung hervor, während hier die Linksdrehung bei Gegenwart der Chloride erhöht wird.

2. Andererseits aber ist die oben festgestellte Gesetzmässigkeit des umgekehrten Verhältnisses der Molekulargewichte auch hier nicht zu verkennen : das Salz mit dem kleineren Molekulargewicht erhöht die Drehung mehr als dasjenige mit dem grösseren Molekulargewicht.

Untersuchung über den Einfluss von Halogensalzen auf das Drehungsvermögen des Traubenzuckers, sowie eines Gemisches von Trauben- und Rohrzucker.

Für die nachstehenden Untersuchungen wurde das Glycoseanhydrid verwendet. Es wurde zuerst auf seine chemische Reinheit geprüft. Zu diesem Zwecke wurden dieselben Untersuchungsmethoden angewendet wie beim Rohrzucker.

Die wasserfreie Glycose wurde auf ihre spezifische Drehung untersucht. Dieselbe wurde in mehreren übereinstimmenden Versuchen zu $[\alpha]_D = 52{,}65^\circ$ gefunden. Um die bei den Glycosen auftretende Birotation zu vermeiden, wurden die betreffenden Lösungen stets in einem Wasserbade von der Temperatur 60-65° C längere Zeit erwärmt. Indessen gelang es durch Erwärmen allein nicht, die Multirotation vollständig aufzuheben. Es wurden deshalb zu der Lösung noch einige Tropfen von 0,1 % igem Ammoniak-Wasser hinzugesetzt, wodurch sofort eine konstante Drehung erhalten wurde. Die Bereitung der Lösungen geschah in der Weise, dass in 100 ccm der zur Untersuchung benützten Lösung 10 g Glycose und 20 g Salz vorhanden waren.

In der zweiten Versuchsreihe enthielt die zur optischen Untersuchung benutzte Lösung in 100 ccm 10 g Traubenzucker + 10 g Rohrzucker + 20 g Salz.

Die Resultate dieser Untersuchungen sind folgende :

Tabelle A.

Salzzusatz	Gewichtstl. Zuck. (Glycose)	Gewichtstl. Salz	$[\alpha]_D^{18°}$	Depression
Lithiumchlorid . . .	10,0	20,0	49,82°	2,83
Natriumchlorid . . .	»	»	50,46°	2,19
Kaliumchlorid . . .	»	»	51,32°	1,33
Lithiumbromid . . .	»	»	50,25°	2,46
Natriumbromid . . .	»	»	50,87°	1,68
Kaliumbromid . . .	»	»	51,40°	1,25
Ammoniumjodid . .	»	»	51,76°	0,89
Natriumjodid	»	»	51,12°	1,53
Kaliumjodid	»	»	51,48°	1,17

Tabelle B.

Salzzusatz	100 ccm der Lösung enthalten			$[\alpha]_D$	Depression
	Gewichtstl. Rohrzucker	Gewichtstl. Glycose	Gewichtstl. Salz		
Lithiumchlorid . .	10,00	10,00	20	52,78°	6,84
Natriumchlorid . .	»	»	»	53,36°	6,26
Kaliumchlorid . .	»	»	»	55,12°	4,50
Lithiumbromid . .	»	»	»	53,68°	5,94
Natriumbromid . .	»	»	»	55,15°	4,47
Kaliumbromid . .	»	»	»	55,70°	3,92
Ammoniumjodid .	»	»	»	54,91°	4,71
Natriumjodid . . .	»	»	»	55,08°	4,54
Kaliumjodid . . .	»	»	»	55,76°	3,86

Vergleicht man die Zahlen der Tabelle *A* in derselben Weise wie bezüglich des Einflusses der Salze auf den Rohrzucker, so ergiebt sich auch beim Traubenzucker, dass, je niedriger das Molekulargewicht des Salzes ist, eine umso grössere Verminderung der spezifischen Drehung hervorgerufen wird. Eine Ausnahme bildet hier das Ammoniumjodid, wie beim Rohrzucker das Ammoniumchlorid. Die Depressionen, welche die Halogensalze auf den Traubenzucker ausüben, sind erheblich geringer als diejenigen beim Rohrzucker. Wahrscheinlich hängt dies zusammen mit dem Molekülbau des Traubenzuckers, bezw. seiner chemischen Beschaffenheit.

Hinsichtlich der Tabelle *B* ist zunächst zu bemerken, dass nach Hammerschmidt[1] Rohr- und Traubenzucker sich in ihrem Drehungsvermögen gegenseitig nicht wesentlich beeinflussen, so dass sich die spezifische Rotation einer Lösung, welche beide Zuckerarten enthält, aus den spezifischen Drehungen der Komponenten berechnen lässt. Es ist dann ersichtlich, dass die Drehungsverminderung, welche ein Gemisch von Rohr- mit Traubenzucker erfährt, nur annähernd gleich der Summe der einzelnen Depressionen ist. Die Differenzen, welche man beim Vergleich der einzelnen Depressionen erhält, dürften auf die erhöhte Conzentration der Salse in den Lösungen zurückzuführen sein.

[1] Vergl. Landolt, Opt. Drehungsvermög., 2. Aufl., S. 215.

Resultate.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, die Hauptergebnisse meiner vorliegenden Untersuchung kurz zusammenzufassen :

1. Die untersuchten Chloride, Bromide und Jodide der Alkalisalze bewirken eine Verminderung des Drehungsvermögens des Rohrzuckers und des Traubenzuckers.

2. Die spezifische Linksdrehung des Invertzuckers wird bei Gegenwart von Alkalisalzen erhöht.

3. Der Einfluss von Salzen ist in der erwähnten Beziehung innerhalb jeder einzelnen Halogensalzgruppe umso grösser, je kleiner das Molekulargewicht des betreffenden Salzes ist.

4. Es scheint eine Beziehung zwischen der Dissoziirbarkeit der Salze und den von ihnen bewirkten Depressionen zu existieren und zwar ist die Einwirkung von verschiedenen Salzen umso grösser, je kleiner die Dissoziirbarkeit des betreffenden Salzes ist. Ebenso ist auch bei jedem einzelnen Salze der Einfluss desselben umso grösser, je kleiner der Dissoziationsgrad desselben in der Lösung ist.

Am Schlusse dieser Arbeit, die ich im physikalischen Laboratorium der Universität zu Freiburg i. d. Schweiz ausgeführt habe, ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dr. von Kowalski für das mir während der Ausführung meiner Arbeit bewiesene Wohlwollen und seine mich stets fördernden wertvollen Ratschläge auch an dieser Stelle meinen tief empfundenen Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Ich, Paul Tomartschenko, wurde am 16. Mai 1868 zu Slutzk in Russland geboren als Sohn des Kaufmanns Demetrius Tomartschenko und seiner Ehefrau Bertha, geb. Minnikoff. In Slutzk und Kieff vorgebildet, bezog ich im Winter 1890/91 die Universität Berlin, wo ich zuerst Philosophie, Geschichte und Nationalökonomie studierte. 1893 wandte ich mich der Chemie und Physik zu, arbeitete praktisch im I. und im II. chemischen Universitätslaboratorium und begab mich dann, Ostern 1897, an die Universität Freiburg i. d. Schweiz, wo ich am 21. Juli 1898 die mündliche Doktorprüfung in der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät bestand.